

## MICROPUMP

Publication number: JP9287571

Publication date: 1997-11-04

Inventor: KATANO TOMONORI

Applicant: FUJI ELECTRIC CO LTD

Classification:

- International: F04B43/04; F04B19/00; F04B43/12; B01L3/00;  
F04B43/02; F04B19/00; F04B43/12; B01L3/00; (IPC1-  
7): F04B43/04; F04B43/12

- european: F04B19/00M; F04B43/12D

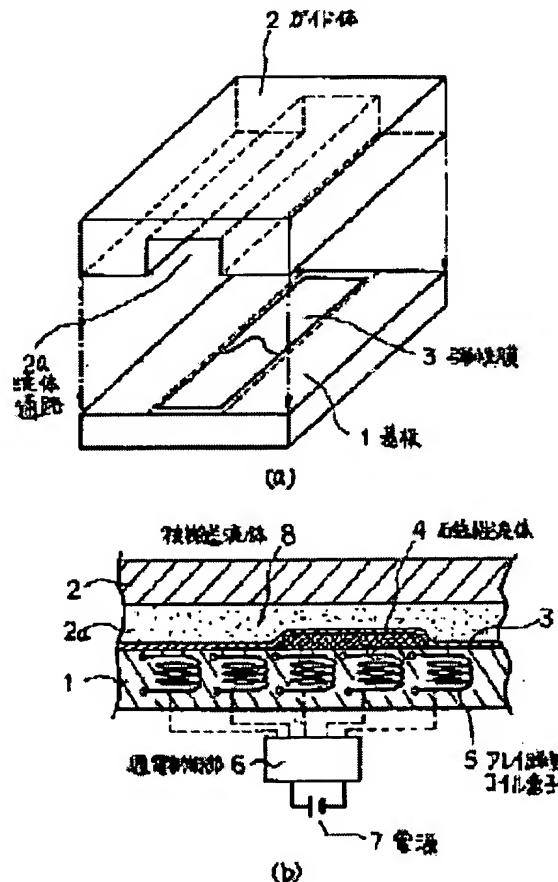
Application number: JP19960095757 19960418

Priority number(s): JP19960095757 19960418

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP9287571

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a micropump based on a new operation principle which performs smooth transfer of fluid irrespective of kinds of fluid. **SOLUTION:** A micropump is composed of a base plate 1, a guide body 2 superposed on the base plate 1 for forming a fluid passage 2a therebetween, array magnetic coil elements 5 arranged on the side of the base plate 1 along the fluid passage 2 serving as a movable magnetic field generation means, an elastic film 3 whose peripheral edge is sealed to the base plate 1 for surrounding the surface of the fluid passage, and magnetic fluid 4 sealed between the magnetic film 3 and the base plate 1. The magnetic fluid is collectively moved along the movable magnetic field generated by switching current to array magnetic coil elements 5. A fluid body 8 to be transferred is pushed by peristaltic motion of the elastic film 3 accompanied with the movement of the magnetic fluid.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-287571

(43)公開日 平成9年(1997)11月4日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

F 04 B 43/04  
43/12

識別記号

庁内整理番号

F I

F 04 B 43/04  
43/12

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数3 O.L (全5頁)

(21)出願番号 特願平8-95757

(22)出願日 平成8年(1996)4月18日

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 片野 智紀

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

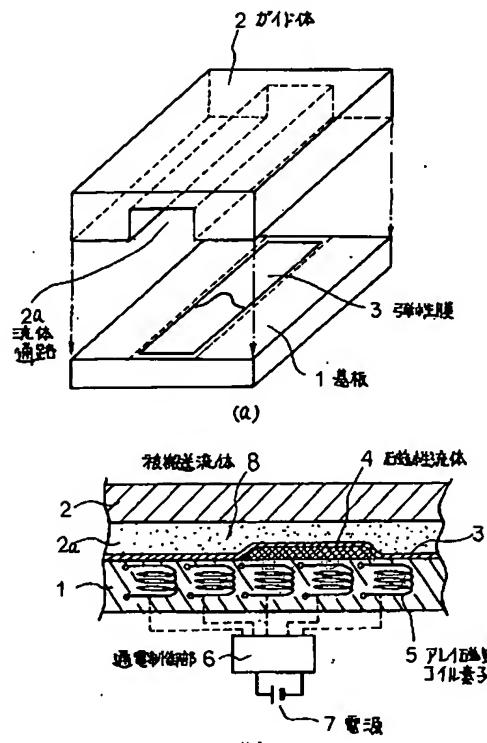
(74)代理人 弁理士 山口 嶽

(54)【発明の名称】 マイクロポンプ

(57)【要約】

【課題】被搬送流体の種類が限定されることなく、各種流体の搬送が円滑に行えるようにした新しい動作原理に基づくマイクロポンプを提供する。

【解決手段】基板1と、該基板上に重ね合わせて基板との間に流体通路2aを形成するガイド体2と、流体通路に沿って基板側に設けた移動磁界発生手段としてのアレイ磁気コイル素子5と、流体通路面を覆ってその周縁を基板に封着した弾性膜3と、弾性膜と基板との間に封入した磁性流体4とからなり、アレイ磁気コイル素子の通電切換えにより生成した移動磁界に沿って磁性流体を集め状態で移動させ、その磁性流体の移動に伴う弾性膜の蠕動運動により被搬送流体8を押し出し搬送する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板と、該基板上に重ね合わせて基板との間に流体通路を形成するガイド体と、流体通路に沿って基板側に設けた移動磁界発生手段と、流体通路面を覆ってその周縁を基板に封着した弾性膜と、弾性膜と基板との間に封入した磁性流体とからなり、前記移動磁界発生手段により生成した移動磁界に沿って磁性流体を集合状態で移動させ、その磁性流体の移動に伴う弾性膜の蠕動運動で被搬送流体を搬送するようにしたことを特徴とするマイクロポンプ。

【請求項2】請求項1記載のマイクロポンプにおいて、移動磁界発生手段として、流体通路に沿って配列したアレイ磁気コイル素子を設け、該アレイ磁気コイル素子の通電を順に切換え制御して搬送方向に移動磁界を生成させることを特徴とするマイクロポンプ。

【請求項3】請求項1記載のマイクロポンプにおいて、弾性膜、移動磁界発生手段を流体通路に沿って複数区分に分割するとともに、各区分ごとに磁性流体を封入し、移動磁界の制御により、前記区分の相互間で流体をリレー式に受渡して搬送することを特徴とするマイクロポンプ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、化学、医療、バイオテクノロジなどの分野に適用して流体、流動物を微量ずつポンピング搬送する微小サイズのマイクロポンプに関する。

## 【0002】

【従来の技術】まず、図5に従来知られている圧電アクチュエータ応用のマイクロポンプの構成を示す。図において、9はガラス、シリコンなどの基板で、該基板9にはフォトファブリケーションにより流体通路9a、ダイヤフラム9bが形成されており、かつダイヤフラム9bの上にはピエゾアクチュエータ10を備えている。さらに、ダイヤフラム9bに対向する流体通路領域を挟んで流体入口11に通じる上流側、流体出口12に通じる下流側の各地点には微小な逆止弁13<sub>IN</sub>、13<sub>OUT</sub>が組み込まれている。

【0003】かかる構成で、ピエゾアクチュエータ10に電圧を印加すると、図5(a)で示すようにダイヤフラム9bが流体通路側に突き出し、ポンプ内部の流体通路9a内の流体を加圧する。これにより、入口側の逆止弁13<sub>IN</sub>が閉じ、出口側の逆止弁13<sub>OUT</sub>が開いて被搬送流体が出口12より押し出される。次にピエゾアクチュエータ10の印加電圧を除去すると、図5(b)で示すようにダイヤフラム9bが元の位置に復帰する。これにより、ポンプ内部の流体通路9aには負圧が働いて出口側の逆止弁13<sub>OUT</sub>が閉じるとともに、入口側の逆止弁13<sub>IN</sub>が開いて流体が入口11より吸引導入される。したがって、ピエゾアクチュエータ10に印加する電圧

をオン、オフ制御して前記ポンピング動作を交互に繰り返すことにより、被搬送流体の搬送が行われる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記のように、ピエゾアクチュエータ10で駆動するダイヤフラム9a、および逆止弁13<sub>IN</sub>、13<sub>OUT</sub>を組合せて流体搬送を行うようにした圧電アクチュエータ応用のマイクロポンプでは次記のような問題点がある。

1) ピエゾアクチュエータの動作に伴い、被搬送流体にはパルス状の正圧、負圧が交互に加わることから、例えば生体細胞を含んだ溶液などをデリケートに扱うことができない。また、粘性の高い液体、半固体流動物などの搬送が実用的に困難であり、搬送できる流体の種類が限られる。

【0005】2) ポンプ内の流体通路には流体通路断面を縮小した上で、ここに微細構造の逆止弁が組み込まれており、このために被搬送流体に微小粒子が含まれていると、逆止弁に粒子が引っ掛かって逆止弁機能が損なわれ、流体の搬送不能を来すことがあるほか、逆止弁の耐久性にも問題があって十分な信頼性が得られない。本発明は、上記の点にかんがみなされたものであり、その目的は前記課題を解決し、被搬送流体の種類が限定されることなく、各種流体の搬送が行えるようにした新しい動作原理に基づくマイクロポンプを提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、本発明によるマイクロポンプは、基板と、該基板上に重ね合わせて基板との間に流体通路を形成するガイド体と、流体通路に沿って基板側に設けた移動磁界発生手段と、流体通路面を覆ってその周縁を基板に封着した弾性膜と、弾性膜と基板との間に封入した磁性流体とからなり、前記移動磁界発生手段により生成した移動磁界に沿って磁性流体を集合状態で移動させ、その磁性流体の移動に伴う弾性膜の蠕動運動により被搬送流体を搬送するものとする。

【0007】そして、前記の移動磁界発生手段としては、流体通路に沿って配列したアレイ磁気コイル素子を設け、該アレイ磁気コイル素子の通電を順に切換え制御して搬送方向に移動磁界を生成させることができる。また、前記構成における弾性膜、移動磁界発生手段を流体通路に沿って複数区分に分割するとともに、各区分ごとに磁性流体を封入し、移動磁界の制御により、前記区分の相互間で流体をリレー式に受渡して搬送する構成もある。

【0008】上記構成のマイクロポンプで、基板側に設けたアレイ磁気コイル素子を通電制御すると、基板と弾性膜との間に封入した磁性流体が、電流の通電しているコイル素子の磁界に引き寄せられてこの部分に団塊状に集合する。これにより、弾性膜が局部的に盛り上がってガイド体との間の流体通路断面を縮小させるように流体

通路に括れ部分を形成する。そして、アレイ磁気コイル素子の通電を順に切換えて流体搬送方向に移動する磁界を形成すると、これに追随して磁性流体が集合したまま移動して弾性膜に蠕動運動を与え、流体通路を満たしている流体を前方に押し出す。この弾性膜の蠕動運動による流体の搬送動作は、生体の腸管の蠕動運動による流動物搬送の原理と似ている。

【0009】したがって、被搬送流体にパルス状に正圧、負圧が加わることなく、生体細胞を含む溶液などもデリケートに搬送することができる。また、ポンプには機械的な摺動部分がなく、かつ圧電素子をアクチュエータとしてダイヤフラムを駆動する従来方式のようにポンプ内の流体通路に逆止弁を備える必要がないので故障発生も少なく、十分な耐久性、信頼性が得られる。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【実施例1】図1 (a), (b) は本発明によるマイクロポンプの構成図であり、1はシリコン基板、2は内面に溝状の流体通路2aを形成して前記基板1の上に重ね合わせたガイド体、3は流体通路2aに沿って基板1の上面を覆い、かつその周縁を基板1に封着したポリイミド、バリレンなどの弾性膜、4は基板1と弾性膜3との間に封入した磁性流体、5は流体通路2aに沿って各コイル素子が配列するように基板1に形成した移動磁界発生手段としてのアレイ磁気コイル素子であり、これらでマイクロポンプを構成している。なお、6は前記アレイ磁気コイル素子5の通電制御部、7は電源である。また、前記のアレイ磁気コイル素子5は、薄膜コイルとして基板1に半導体プロセスにより形成されている。

【0011】次に、前記構成によるマイクロポンプの流体搬送動作を図2 (a) ~ (c) により説明する。ポンプ内の流体通路2aに沿って配列したアレイ磁気コイル素子5に付いて各コイル素子を右側から#1~#5の符号を付し、ここで例えばコイル素子#2に通電すると、図2 (a) で示すように、コイル素子#2の上面域に磁束の集中する磁界が生じ、ここに磁性流体4が引き寄せられて団塊状に集合する。これにより、弾性膜3が符号3aで示すように局部的に盛り上がり、基板1とガイド体2との間に形成されているトンネル状の流体通路2aを塞ぐように通路に括れ部分を形成する。この状態から、次にコイル素子#3に通電を切換えると、図2 (b) で示すように、今までコイル素子#2の上面に集合していた磁性流体4がコイル素子#3の上面域に引き寄せられ、これに伴って弾性膜3の盛り上がり部分3aが破線位置から実線位置へ移動する。以下、前記と同様にアレイ磁気コイル素子5への通電を順に切換えると、磁性流体4の移動に連れて弾性膜3が右方に蠕動運動し、これにより流体通路2aに充満している被搬送流体8が右方に押し出し搬送される。

【0012】また、磁性流体4が流体通路2aの出口側終端位置まで移動したところで、図2 (c) のように隣合う複数のコイル素子(図示例では#3と#4)を同時に通電すると、磁性流体4が前後に広がって弾性膜3の盛り上がり部分3aが低くなり、流体通路2aの入口側と出口側が連通するようになる。したがって、この状態を保持しながら磁性流体4を流体通路2aの入口に向けて移動すれば、流体8を逆流させることができない。そして、磁気流体4が流体通路2aの入口端まで戻ったところで、改めて図2 (a), (b) で述べたようにアレイ磁気コイル素子5を順に通電制御して磁気流体4を搬送方向に向けて移動させることで、被搬送流体8を間欠的にポンピング搬送することができる。

【0013】なお、流体の搬送速度はコイル素子相互間の通電切換え速度で任意にコントロールでき、また搬送量は磁性流体4の往復移動回数で制御できる。また、移動磁界発生手段は、図示実施例に示したアレイ磁気コイル素子の通電を順に切換える方式に限定されるものではなく、例えば流体通路に沿って敷設した多相の磁気コイル素子を交流励磁して移動磁界を成形する方式を採用することもできる。

【0014】【実施例2】図3, 図4は本発明の請求項3に対応する実施例を示すものである。この実施例においては、基板1の上面に被着した弾性膜3を流体通路2aに沿って複数の区分3A, 3B, 3Cに分割した上で、各区分ごとに弾性膜と基板1との間に磁性流体4が封入されており、各区分には実施例1と同様にアレイ磁気コイル素子5が形成されている。

【0015】かかる構成による流体搬送動作は基本的に実施例1と同様であるが、磁気コイル素子5を次記のように通電制御することにより、被搬送流体を連続搬送することができる。すなわち、図4 (a), (b) で示すように、区分3Aで弾性膜3を蠕動運動させて被搬送流体8を右方に搬送している間に、隣接区分3Bでは隣り合う複数のコイル素子に同時通電させながら磁性流体4を区分3Bの右終端に寄せておき、次いで図4 (c) のように区分3Bでコイル素子#4~#6の通電を順に切換えことにより、区分3Aの磁性流体4による弾性膜3の蠕動運動で右方に押し出された被搬送流体8が隣接する区分3Bへリレー式に受渡し搬送される。そして、図示されてないが、被搬送流体8を区分3Bから3Cへリレー式に搬送している間に、区分3Aで磁性流体4を始端位置に戻し、再び図4 (a) ~ (c) の動作を繰り返すことにより、被搬送流体8を連続搬送することができる。

#### 【0016】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、基板上に被着した弾性膜と基板との間に封入した磁性流体を、流体通路に沿って敷設した移動磁界発生手段、例えばアレイ磁気コイル素子の通電制御により集合状態で移動させ、この磁性流体の移動に伴う弾性膜の蠕動運動に

より被搬送流体を搬送するようにしたので、圧電アクチュエータ応用の従来におけるマイクロポンプのように搬送流体の種類に制限がなく、例えば生体の細胞を含んだ溶液でもデリケートに搬送することができる。また、弹性膜が蠕動運動するだけで機械的に摺動する部分がなく、これにより故障が少なくて耐久性、信頼性の高いマイクロポンプを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に対応するマイクロポンプの構成図であり、(a)はポンプ全体の分解斜視図、(b)は(a)の流体通路に沿った断面図で表す要部の詳細構造図

【図2】図1の構成による流体搬送動作の説明図であり、(a), (b), (c)はそれぞれ異なる動作状態を表す図

【図3】本発明の実施例2に対応するマイクロポンプ全体の構成を示す分解斜視図

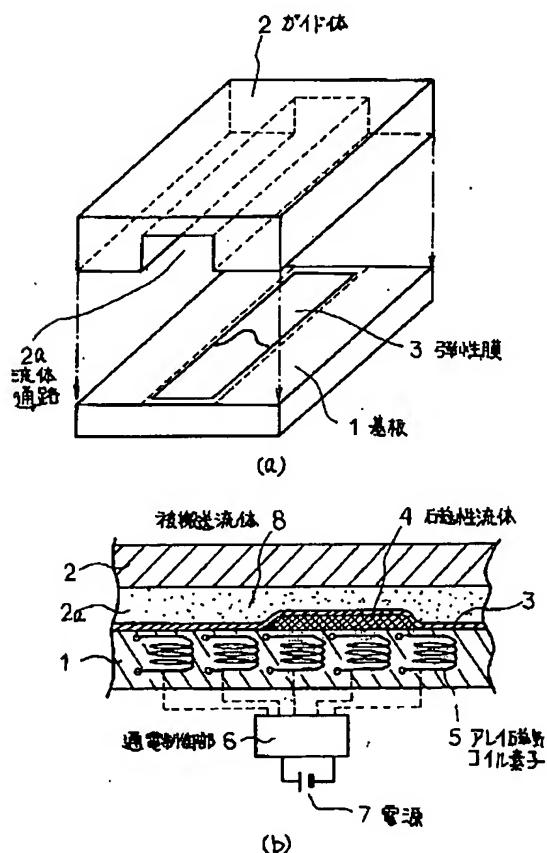
【図4】図3の構成による流体搬送動作の説明図であり、(a), (b), (c)はそれぞれ異なる動作状態を表す図

【図5】従来の圧電アクチュエータ式マイクロポンプの構成、並びに流体搬送動作の説明図であり、(a), (b)はそれぞれ断面図で表した異なる動作状態を表す図

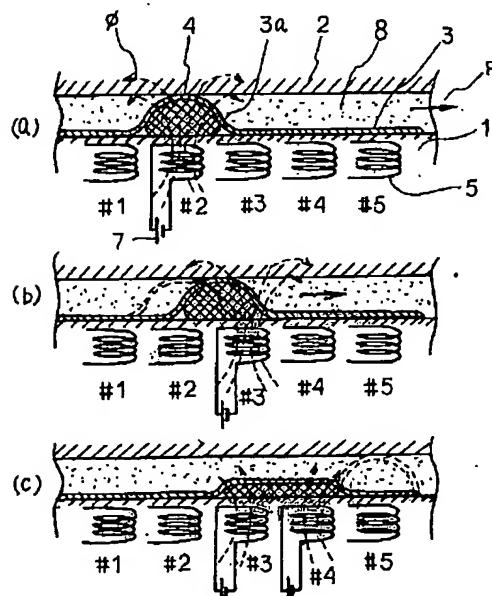
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 ガイド体
- 2a 流体通路
- 3 弹性膜
- 3A, 3B, 3C 弹性膜の分割区分
- 4 磁性流体
- 5 アレイ磁気コイル素子(移動磁界発生手段)
- 6 通電制御部

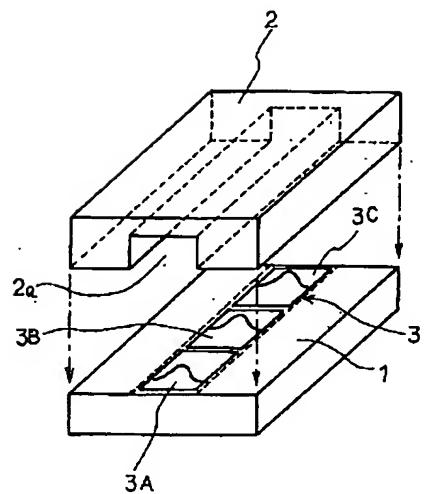
【図1】



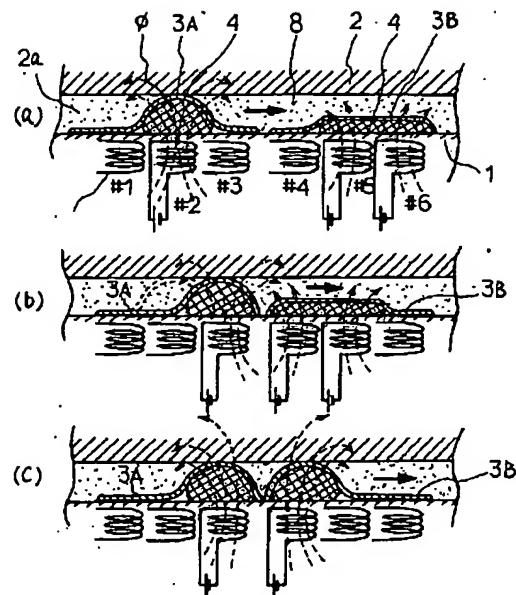
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

